



Roadmap voor herstel Weerribben-Wieden

begreppeling
plaggen
ontbossing
verzuring
eutrofiëring

Effecten laag-dynamisch water- en natuurbeheer

Nationaal Park Weerribben-Wieden – een biodiversiteitshotspot – is qua omvang en ecologische kwaliteit het belangrijkste laagveengebied in Nederland. Verschillende habitattypen uit de verlandingsreeks (zie Kooijman *et al.*, dit nummer) staan echter ook hier (sterk) onder druk door te hoge nutriëntenaanvoer, onvoldoende basenaanvoer, atmosferische stikstofdepositie en afnemende openheid. Dit artikel gaat dieper in op deze problemen en op de effectiviteit van de verschillende beheer- en inrichtingsmaatregelen die zijn toegepast in het park.

Tot de 17e eeuw waren de Wieden en Weerribben onderdeel van een omvangrijk hoogveengebied dat zich uitstrekte van de Zuiderzee tot het Drents Plateau. Tussen 1700 en 1950 veranderde het gebied drastisch door grootschalige vervening en ontginning. Hierdoor verdwenen de ‘zure’ hoogveenvegetaties, terwijl zich in de petgaten geleidelijk aan steeds meer basenrijke verlandingsvegetaties ontwikkelden onder invloed van basenrijk water van het Drents Plateau, dat zich makkelijker over het ‘opengegraven’ landschap kon verspreiden. Het grootste gedeelte van het oorspronkelijke veengebied was in 1950 echter veranderd in een gedraineerd agrarisch landschap met aan de westzijde de pas drooggevallen Noordoostpolder. Het overgebleven veengebied functioneert sindsdien als een boezem. In natte periodes worden neerslagoverschotten uit de omliggende polders, beken en de boezem zelf afgevoerd naar het Vollenhovermeer en in droge periodes wordt juist water aangevoerd naar het haarvatensysteem van de boezem en omliggende landbouwgebieden. In deze boezem ontstond een open landschap waarin gedurende de eerste helft van de 20e eeuw veel verlanding plaatsvond. Er is een mozaïek van kanalen, meren, zetwallen en petgaten ontstaan, waarin verscheidene (semi-)terrestrische habitattypen voorkomen.

Dit gebied is aangewezen als Natura 2000-gebied met een *sense of urgency* wat betreft waterkwaliteit.

Verschillende habitattypen en -soorten staan (sterk) onder druk, zoals kranswierwateren (H3140), initiele mesotrafente verlandingsvegetaties, blauwgraslanden (H6410), soortenrijke trilvenen (H7140A), goed ontwikkelde veenmosrietlanden (H7140B), groenknolorchis (*Liparis loeselii*; H1903) en de grote vuurvliinder (*Lycena dispar batava*; H1060). Dit wordt veroorzaakt door een combinatie van te hoge nutriëntenaanvoer, onvoldoende basenaanvoer, toegenomen wegzijging, atmosferische stikstofdepositie, verlies van leefgebied en achterstallig beheer door beperkte financiële middelen (o.a. Van Wirdum, 1991; Cusell *et al.*, 2013). Dit heeft in zowel aquatische als terrestrische delen van het gebied geleid tot belangrijke veranderingen als eutrofiëring, verzuring, verzuuring, verbossing, toxische effecten en versnippering. Hoewel de huidige condities zijn verbeterd ten opzichte van het einde van de vorige eeuw, zijn de nutriënten- en basenhouding nog niet optimaal (Cusell *et al.*, 2013; Cusell & Mandemakers, 2017). Het belangrijkste gevolg is dat de verlanding weliswaar weer op gang komt maar zich (nog) niet heeft kunnen ontwikkelen tot nieuwe mesotrofe trilvenen, terwijl de bestaande trilvenen, blauwgraslanden en soortenrijke veenmosrietlanden juist versneld zijn doorontwikkeld naar soortenarme en verzuurde rietlanden, struweel of bos (onder meer Cusell *et al.*, 2013; Kooijman *et al.*, dit nummer).

Dr. C. (Casper) Cusell
Witteveen+Bos, Leeuwenbrug
8, 7400 AE Deventer, casper.
cusell@witteveenbos.com

Drs. B. (Bart) de Haan
Natuurmonumenten

Drs. G. (Geert) Kooijman
Staatsbosbeheer

Dr. G. (Gijs) van Dijk
Onderzoekscentrum B-WARE &
Radboud Universiteit

Dr. J.M.H. (José) van Diggelen
Onderzoekscentrum B-WARE &
Radboud Universiteit

Dr. A.M. (Annemieke) Kooijman
Universiteit van Amsterdam

Foto **Theo Verstrael** krabbenscheerverlanding in de Weerribben.

Tabel 1 het effect van verschillende maatregelen op de ontwikkeling van de Weerribben-Wieden

Table 1 the effect of several measures on the development of the Weerribben-Wieden

Voor de soortenrijke jonge verlandingsstadia, die onder basenrijke en nutriëntenarme condities voorkomen en veel bedreigde en beschermde soorten bevatten, hebben daar onder te lijden. In Nederland komt nog slechts circa 7 hectare aan goed ontwikkelde trilvenen voor (Cusell *et al.*, 2013), waarvan circa 80% in Weerribben-Wieden voorkomt. Het areaal aan blauwgraslanden is in de afgelopen decennia in het Nederlandse laagveengebied sterk afgenomen.

Het doel van dit artikel is om een aantal maatregelen te behandelen en evalueren waarmee het herstel van de Weerribben-Wieden gestimuleerd wordt, met name dat van soortenrijke jonge verlandingsstadia.

Maatregelen en kansen

Beheerders hebben de afgelopen decennia allerlei maatregelen uitgevoerd om de ecologische kwaliteit van de Weerribben-Wieden te verbeteren. Naast het reguliere lokale beheer dat gericht is op het tegengaan van verruiging en verbossing, zijn op landschapsschaal ecohydrologische maatregelen genomen om de waterkwaliteit te verbeteren. Tevens zijn lokaal verschillende maatregelen genomen om de habitatcondities op het standplaatsniveau te verbeteren. In tabel 1 is voor de meeste uitgevoerde maatregelen aangegeven (a) wat het potentiële effect is, (b) onder welke voorwaarden ze effectief lijken en (c) welk onderzoek hieraan ten grondslag ligt. Tevens is onderscheid gemaakt tussen ecohydrologische maatregelen op landschapsschaal en lokale maatregelen.

Maatregelen op landschapsschaal

Wat betreft de ecohydrologische situatie van Weerribben-Wieden is de afgelopen decennia vooral gefocust op de aanvoer van basen (specifiek Ca en HCO_3) en nutriënten (P) via het oppervlaktewatersysteem. Het doel is om zo

min mogelijk nutriënten en zo veel mogelijk basen aan te voeren, omdat verschillende beschermde en soortenrijke habitats, zoals blauwgraslanden en trilvenen, onder basenrijke en nutriëntenarme condities voorkomen. De belangrijkste puntbronnen van P zijn agrarische polders die eveneens verantwoordelijk zijn voor een zeer aanzienlijk deel van de basenaanvoer. Afkoppelen van deze polders is dus geen goede optie (Cusell *et al.*, 2013; Cusell & Mandemakers, 2017). Het zuiveren van water bij gemalen lijkt wel een doelgerichte optie, omdat op deze wijze de P-aanvoer verlaagd kan worden zonder de basenaanvoer te verlagen. In de komende jaren wordt onderzocht waar en met welke methoden (zoals chemisch defosfateren en biocascades, waarin het P via verschillende natuurlijke opnamestappen wordt gestript van het water) deze zuivering gewenst is. Een alternatieve bron-gerichte maatregel is het verlagen van de uit- en afspoe-ling van landbouwpercelen, bijvoorbeeld door de aanleg van bemestingsvrije zones (Groenendijk *et al.*, 2017). Het potentiële effect daarvan is nog niet geheel bekend. De regionale aanvoer van basen en nutriënten kan ook beïnvloed worden door de wateraanvoer naar het gebied aan te passen. Op dit moment bestaat deze vooral uit bronnen die lastig kunnen worden beïnvloed: neerslag, polderwater en vrije afwatering uit de Steenwijker Aa en van de flanken van het Drents Plateau. Er zijn wel mogelijkheden om de basenaanvoer naar Weerribben-Wieden te vergroten door bijvoorbeeld aanvoer van water uit de Linde en het Meppelerdiep (Cusell *et al.*, 2013; Cusell & Mandemakers, 2017). Deze aanvoerroutes zijn in het verleden bewust genegeerd, omdat de P- en S-aanvoer te groot was (Van Wirdum 1991). De waterkwaliteit is in de afgelopen decennia echter ook hier verbeterd. In de komende jaren wordt onderzocht of één van deze potentiële routes toch gebruikt kan worden.

Maatregel	Potentiële ecologisch effect (--- tot +++)		Randvoorwaarde	Referenties
Ecohydrologische maatregelen op landschapsschaal				
Afkoppelen polders	--	Hoewel de nutriëntenaanvoer sterk kan dalen, zal de basenaanvoer te veel afnemen. Lokaal kan het wel een optie zijn als er bij een specifieke polder veel P en weinig basen worden uitgelaten.	Polderwater moet elders kunnen worden afgevoerd.	1 & 2
‘Zuivering’ polderwater	++	Nog onderzoeken waar ‘zuivering’ echt nodig is en welke methodiek dan gewenst is.	Basenaanvoer dient niet nadelig te worden beïnvloed.	2
Verlagen uit- en afspoeling landbouw	Onbekend	Er dient nog nauwkeuriger bepaald te worden hoeveel de P-aanvoer vanuit polders afneemt.	Basenaanvoer dient niet nadelig te worden beïnvloed.	3
Verlagen minimum peil	--	Hoewel de nutriëntenaanvoer licht zal afnemen, zal dit leiden tot verdroging en verzuring van (semi)-terrestrische habitats.	n.v.t.	1
Linde en Meppelerdiep aantakken	+ tot +++	Er dient nauwkeuriger bepaald te worden hoeveel de basenaanvoer toeneemt. Grote gebiedsdelen zullen weer als doorstroomveen functioneren.	Linde en Meppelerdiep dienen P- en N-arm water te bevatten (vooralsnog is P-aanvoer te groot).	1 & 2

Lokale maatregelen

Petgaten graven	++	Open houden van het landschap en creëren van nieuwe ruimte voor jonge verlanding.	zie literatuurverwijzingen.	4 & 5
Begreppelen	+ tot +++	Bij vaste kraggen kan begreppeling leiden tot grootschalig herstel van trilvenen door inundaties met basenrijk water, bij drijvende venen lukt dat veel minder goed.	Voor inundaties is een beperkt drijfvermogen belangrijk en moet er basenrijk en nutriëntenarm water zijn.	1 & 6
Peilverhoging of bevoeiing	Onbekend	Vermoedelijk treedt er aanrijking met basenrijk water op dat positief is voor blauwgraslanden en trilvenen. Momenteel wordt aanvullend onderzoek uitgevoerd naar het effect van bevoeien.	Basenrijk en nutriëntenarm oppervlaktewater; vooral effectief in periodes met verdampingsoverschot.	1 & 5
Oppervlakkig plaggen van rietlanden	+ tot ++	Weerstand verlagen voor capillaire opstijging (bij drijvende kraggen) en/of overstroming (bij niet-drijvende kraggen) van basenrijk water.	Nieuwe topbodems en aanvoerwater moeten nutriëntenarm en gebufferd zijn.	7 & 8
Ontbossen	++	Openheid van het landschap neemt toe. Ontwikkeling van nieuwe veenmosrietlanden en onder de juiste ecohydrologische condities ook van trilvenen.	Slappe kragge: vrij onbegaanbare bossen met Moerasvaren-Elzenbroek zijn het meest geschikt.	6
Overgang van winter- naar zomermaaien	+ tot ++	Creëert openheid in de rietvegetaties die leidt tot een botanische kwaliteitsverbetering. Het leidt niet tot een overgang van veenmos-gedomineerde vegetaties naar trilvenen of blauwgraslanden.	De peilverlaging moet zo kort mogelijk duren om verzuring te voorkomen.	1, 8 & 9

Referenties:

1 = Cusell *et al.*, 2013; 2 = Cusell & Mandemakers, 2017; 3 = Groenendijk *et al.*, 2017;
4 = Loeb *et al.*, 2016; 5 = Kooijman *et al.*, dit nummer; 6 = De Haan, 2013;
7 = Emsens *et al.*, 2015; 8 = Van Diggelen *et al.*, 2018; 9 = Backx & Van Diggelen, 2010

Figuur 1 het effect van begreppelen bij perceel Hylkema in het oosten van de Wieden. Na circa 8 jaar (rechter afbeelding) is het areaal trilveen (rood) sterk toegenomen en is de moerasheide grotendeels veranderd in een nat zeggenhooiland (*Cathion-palustris*; lichtblauw). De lichtblauwe lijnvormige vlakken in de linker afbeelding geven de ligging van de greppels weer. Paars = moerasheide (*Sphagno palustris-Ericetum*); donkerblauw = blauwgrasland (*Cirsio dissecti-Molinietum*); lichtroze = veenmosrietland (*Pallavicinio-Sphagnetum*); rood = trilveen (*Scorpidio-Caricetum diandrae*). Bron: De Haan (2013).

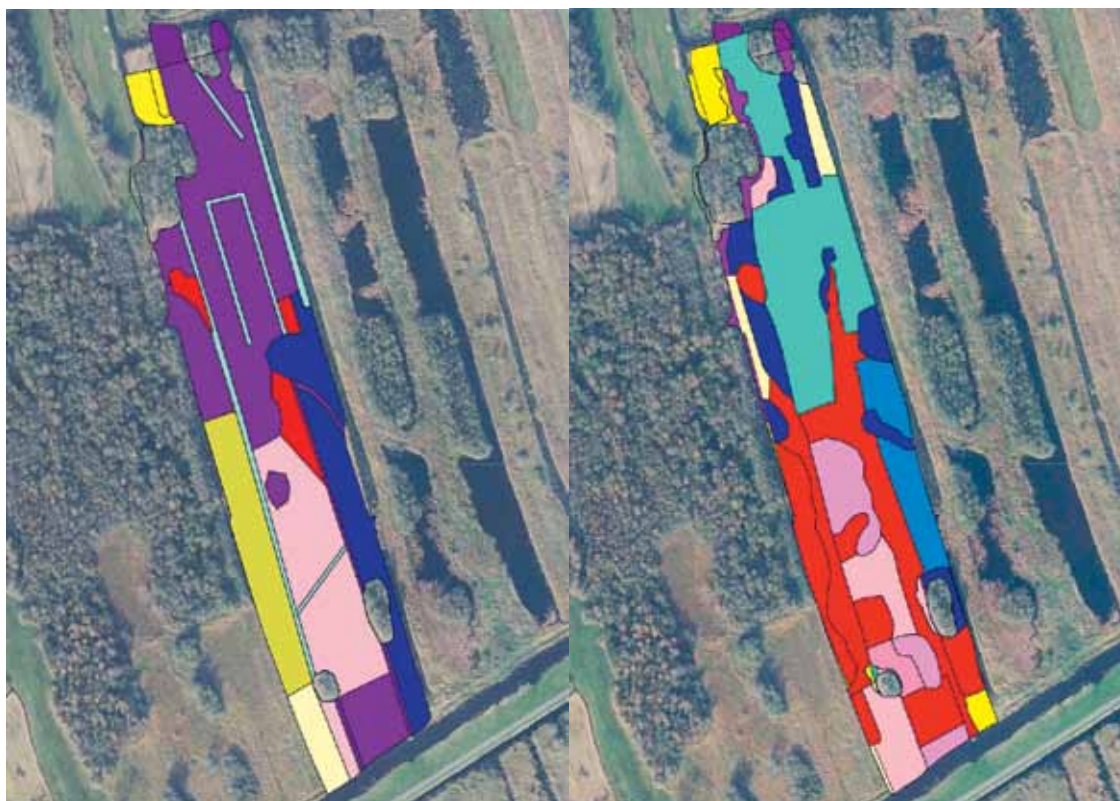
Figure 1 the effect of gullies at Hylkema in the eastern part of de Wieden. After approximately 8 years (image on the right) the cover of rich fens (red) increased significantly and most of the *Sphagno palustris-Ericetum* changed to *Cathion-palustris*. Purple = *Sphagno palustris-Ericetum*; dark blue = *Cirsio dissecti-Molinietum*; light pink and light purple = *Pallavicinio-Sphagnetum* and red = *Scorpidio-Caricetum diandrae* (red). The light blue lines (left image) indicate the position of the gullies. Source: De Haan (2013).

Ten slotte wordt de laatste tien jaar geprobeerd om de P-aanvoer te verlagen met behulp van een wat flexibeler peilbeheer, waarbij een lager minimumpeil wordt toegestaan. De nadelige effecten daarvan worden echter zichtbaar. In droge zomers met een groot verdampingsoverschot vallen trilvenen droog en is veenoxidatie een reëel gevaar. Omdat slechts 1 tot 2% van de totale P-aanvoer op deze wijze verhinderd wordt, lijkt het middel erger dan de kwaal (Cusell et al., 2013).

Lokale maatregelen

• petgaten graven

Het creëren van ruimte voor initiële verlanding waaruit nieuwe trilvenen en veenmosrietlanden kunnen ontstaan is het belangrijkste doel hiervan. Een ander belangrijk effect is het vergroten van de openheid van het landschap door de petgaten te graven op plekken waar nu bos staat. Kooijman et al. (dit nummer) beschrijven hoe de ontwikkeling in nieuw gegraven petgaten de afgelopen decennia is verlopen in het gebied.



- begreppelen

In de Wieden zijn de afgelopen decennia veel greppels aangelegd om de hydrologie en de buffercapaciteit voor botanisch waardevolle vegetaties te verbeteren. Bij percelen met een beperkt drijfvermogen en/of met een hol profiel is begreppeling vaak zeer succesvol als de deze tenminste leidt tot inundaties met basenrijk oppervlaktewater (De Haan, 2013; figuur 1). Het is van groot belang dat het oppervlaktewater niet alleen basenrijk is, maar ook nutriëntenarm. In dit verband kan het helpen om de aanvoerweg van het water te verlengen en daarmee een verlaging van de nutriëntenconcentraties te forceren doordat nutriënten onderweg worden opgenomen door de vegetatie en/of naar de bodem neerslaan (Schouwenberg & Van Wirdum, 1997). Dit kan echter ook leiden tot een verlaging van de basenconcentraties. Doordat inundaties bij drijvende kraggen veel lastiger ontstaan, beperkt het effect zich daar tot een strook vlak langs de greppels.

Greppels zouden ook gebruikt kunnen worden om kraggen en oppervlaktewater ‘dichter’ bij elkaar te brengen. In potentie kan dit uitdrogingsverschijnselen voorkomen, maar dit dient nog beter uitgezocht te worden.

- peilverhoging of bevoeien

Hoewel bevoeining op grote schaal wordt toegepast in de Weerribben en weinig succesvol lijkt in het omvormen van rietlanden naar trilvenen (mondelinge mededeling van Geert Kooijman, 2012), kunnen peilverhogingen en bevoeien wel degelijk effectief zijn en tot basenaanrijking leiden. Op basis van verschillende onderzoeken hebben Kooijman *et al.* (dit nummer) beschreven onder welke voorwaarden peilverhogingen in Weerribben-Wieden succesvol zijn. Waarschijnlijk is één van de belangrijke voorwaarden dat er een basenrijke bronvegetatie in de buurt is die zich kan verspreiden. In lopend OBN-onderzoek worden deze en andere voorwaarden



Foto **Theo Verstrael**
verlandend petgat in de
Weerribben.

verder in beeld gebracht door de biogeochemische, hydrologische en biologische effecten van bevoeiingen te meten.

- oppervlakkig plaggen van rietlanden

De indringing van basenrijk water in (semi)terrestrische habitats kan worden versterkt door de verzuurde (en meer voedselrijke) topbodem van gedegradeerde veenmosrietlanden en trilvenen te plaggen en daarmee ook de weerstand tegen overstroming te verminderen (Emsens *et al.*, 2015; Van Diggelen *et al.*, 2018). Backx en Van Diggelen (2010) en Cusell *et al.* (2013) geven aan dat oppervlakkig plaggen in Weerribben-Wieden matig effectief is voor het behoud van trilvenen en veenmosrietlanden. Twee factoren lijken de effectiviteit van plaggen sterk te bepalen, namelijk de bodemkwaliteit en de hydrologische condities. De nieuwe toplaag moet relatief voedselarm zijn en voor basenrijke vegetaties is ook een goede buffercapaciteit van deze laag van groot belang

Figuur 2 het effect van ontbossing – 7 jaar na de ingreep op 3 percelen (witte omlijning) in het zuidwesten van de Wieden die volledig met bos bedekt waren – op de ontwikkeling van trilvenen (roze vlakken) en veenmosrietlanden (oranje vlakken). Bron: De Haan (2013).

Figure 2 the effect of deforestation – 7 years after the intervention on 3 plots (white outlines) in the southwestern part of de Wieden which were completely covered by forest – on the development of rich fens (pink areas) and poor fens (orange areas). Source: De Haan (2013).



om pH-daling als gevolg van pyrietoxidatie te voorkomen (Emsens et al., 2015). In dit verband is het ook van belang dat basenrijk en nutriëntenarm water aangevoerd kan worden.

- ontbossen

Het doel van ontbossen is het opener maken van het landschap en het creëren van nieuwe veenmosrietlanden en trilvenen. Bij dat laatste is het van belang dat de kragge vrij dun en slap is, zodat de moslaag makkelijk in contact kan komen met basenrijk water. Jonge bossen met moerasvaren-elzenbroek (*Thelypterido-Alnetum*) komen het meest in aanmerking. In de Wieden bestond zeven jaar na het verwijderen van 3,9 ha bos ongeveer 27% van de oppervlakte uit veenmosrietland en 2,5% uit trilveen met lokaal zelfs al groenknolorchis (De Haan, 2013; figuur 2). Inmiddels is in 2010 nog eens 18,5 ha bos verwijderd en hier lijkt zich een groot oppervlakte aan

nieuw veenmosrietland te ontwikkelen (persoonlijke mededeling van B. de Haan, 2017) zie figuur 2.

- overgang van winter- naar zomermaai-beheer

Uit de laatste flora- en vegetatiekartering van Weerribben-Wieden (tussen 2006 en 2009) blijkt dat een groot deel van de oppervlakte van botanisch interessante vegetaties in de winter werd gemaaid, terwijl zomermaaien in veel gevallen een duurzame beheervorm lijkt te zijn (Backx & Van Diggelen, 2010; Cusell et al., 2013). Zomermaaien kan zorgen voor meer openheid van de vegetatie waardoor mossen en nectarplanten meer ruimte en licht krijgen om zich te ontwikkelen (Van Diggelen et al., 2018), wat voor de botanische en faunistische kwaliteit van belang is. Er dient voorkomen te worden dat dit beheer leidt tot extra verzuring als gevolg van te langdurige waterstandsverlagingen voor het zomermaaien of het staken van bevoeiing. In het verleden is dat gebeurd in de Weerribben en Rottige Meente.

Conclusies

Weerribben-Wieden kampt met twee problemen: (1) langzame ontwikkeling van jonge verlandingsvegetaties en (2) versnelde successie bij blauwgraslanden, trilvenen en veenmosrietlanden. Hoe kunnen deze problemen worden getackeld? Het beheren van de oude stadia lijkt met maatregelen als begreppelen en zomermaai-beheer redelijk effectief. Maar er zal ook nieuwe verlanding nodig zijn voor de vorming van voldoende nieuwe trilvenen, blauwgras- en veenmosrietlanden. Ecohydrologische maatregelen op landschapsschaal moeten dat mogelijk maken. Te denken valt aan het zuiveren van water bij gemalen via chemisch defosfateren of biocascades, het instellen van bemestingsvrije zones of aan wateraanvoer vanuit de Linde of het Meppelerdiep. De komende jaren wordt onderzocht welke routes het meest effectief zijn en gevolgd zullen worden.

Summary

The roadmap to recovering the Weerribben and Wieden

Casper Cusell, Bart de Haan, Geert Kooijman, Gijs van Dijk, José van Diggelen & Annemieke Kooijman digging gullies, sod-cutting, deforestation, acidification, eutrophication

National Park Weerribben-Wieden is a hotspot of biodiversity in which the ecological quality has improved over the past 20 to 30 years. However, several habitat types are still under pressure as a result of high nutrient supplies, insufficient base supply, atmospheric nitrogen-deposition and afforestation. Due to these factors, the park suffers from two main problems: slow development of young terrestrializing vegetations and

accelerated succession of older stages such as rich and poor fens. Although the current management of these older stages (consisting of sod-cutting, deforestation, summer-mowing and digging gullies) seems quite successful in Weerribben-Wieden, this management is inadequate to guarantee the area and quality of rich and poor fens in the long run. In addition, new formation of young terrestrializing vegetations is essential to guarantee a diversity of different successional stages in future. Although terrestrialization is starting up again, it will take decades to develop new rich fens. For this reason, active ecohydrological management is highly desirable to improve water quality by increasing the base supply and reducing nutrient supply. In the meantime, it is very important to maintain, or even expand, the current well-developed populations of rich and poor fens.

Literatuur

Backx, H. & R. van Diggelen, 2010. Beheer in De Wieden: Onderzoek naar de effectiviteit van verschillende beheermethoden op de flora. Antwerpen. Universiteit Antwerpen.

Cusell, C. & J.J. Mandemakers, 2017. PAS-onderzoek M1 naar defosfatering in de Wieden en Weerribben. Deventer. Witteveen+Bos.

Cusell, C., A.M. Kooijman, I.S. Mettrop & L.P.M. Lamers, 2013. Natura 2000 Kennislacunes in De Wieden & De Weerribben. Rapportnr. 2013/OBN171-LZ, Den Haag. Ministerie van Economische Zaken, Directie Agrokennis.

Diggelen, J.M.H. van, G. van Dijk, C. Cusell, J. van Belle, A.M. Kooijman, T. van den Broek, R. Bobbink, L.P.M. Lamers & A.J.P. Smolders, 2018. Onderzoek naar de effecten van stikstof in overgangs- en trilvenen, ten behoeve van het behoud en herstel van habitattypen H7140 (Natura 2000). Rapportnr. 2018/OBN000-LZ, Driebergen. VBNE.

Emsens, W.J., C.J.S. Aggenbach, A.J.P. Smolders & R. van Diggelen, 2015. Topsoil removal in degraded rich fens: Can we force an ecosystem reset? Ecological Engineering 77: 225-232.

Groenendijk, P., H. Kros, R. Postma, D. van Rotterdam, W. Bussink, R. De Waal, P. Hommel, G.J. Noy, H. Korevaar, R. Siebinga & A. Moning, 2017. Achtergronddocument handreiking bemesting Ontwikkelingsopgave EHS/Natura 2000 Overijssel. Intern rapport Provincie Overijssel.

Haan, B. de, 2013. Stoppen achteruitgang oppervlak veenmosrietland en blauwgrasland in De Wieden. Document t.b.v. het Natura 2000 beheerplan De Wieden. Zwolle. Natuurmonumenten.

Kooijman, A.M., C. Cusell, R. Loeb & J.M.H. van Diggelen, 2018. Mesotrofe verlanding en behoud van trilvenen. Landschap 35/2: 83-91.

Loeb, L., J.J.M. Geurts, L. Bakker, R. van Leeuwen, J. van Belle, J.M.H. van Diggelen, A.H. Faber, A.M. Kooijman, O. Brinkkemper, B. van Geel, W. Weijs, G. van Dijk, L. Loermans, C. Cusell, W. Rip & L.P.M. Lamers, 2016. Verlanding in laagveenpetgaten: Speerpunt voor natuurherstel in laagvenen. Rapportnr. 2016/OBN208-LZ, Driebergen. VBNE.

Schouwenberg, E.P.A.G. & G. van Wirdum, 1997. Effectgerichte maatregelen tegen verzuring in De Weerribben: Monitoring van kragenvenen in de periode 1991-1996. Wageningen. DLO-Instituut voor Bos- en Natuurontwikkeling.

Wirdum, G. van, 1991. Vegetation and hydrology of floating rich-fens. PhD-thesis, Amsterdam. Universiteit van Amsterdam.